

การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการจัดหาและการจัดการสินค้าคงคลัง ของผู้ผลิตทุเรียนแช่เยือกแข็ง

Procurement and Inventory Optimization of a Frozen Durian Manufacturer

ธนพงษ์ ร่วมสุข¹ พรธิภา องค์คุณารักษ์^{2*} และ ทวีพันธ์ เลียงพิบูลย์³

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์¹

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์²

ภาควิชาการตลาดและการจัดการโซ่อุปทานอาหารและบรรจุภัณฑ์ วิทยาลัยธุรกิจสัตว์

มหาวิทยาลัยเวสเทิร์นมิชิแกน³

E-mail: thanapong.ru@ku.th, pornthipa.o@ku.ac.th, Duke.leingpibul@wmich.edu

* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ (corresponding author)



บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการจัดการสินค้าคงคลังวัตถุดิบที่เป็นทุเรียนแช่เยือกแข็งทั้งลูกภายใต้เป้าหมายที่ต้องการลดต้นทุนโลจิสติกส์ให้ต่ำที่สุด และเพื่อกำหนดนโยบายการดำเนินงานด้านการจัดซื้อและการจัดเก็บสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา โดยการวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ได้แก่ การจัดซื้อและจัดเก็บวัตถุดิบ การผลิต และการขนส่ง จากนั้นออกแบบโปรแกรมจำนวนเต็มเพื่อนำมาใช้หาคำตอบของปัญหาภายใต้สมการวัตถุประสงค์ที่ต้นทุนต่ำที่สุด และหาผลลัพธ์ของแบบจำลองบนโปรแกรม CPLEX Studio และทดสอบผลลัพธ์โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังและวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ พบว่า แบบจำลองสามารถช่วยตัดสินใจในการกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการรับซื้อวัตถุดิบและวิธีการจัดเก็บวัตถุดิบภายใต้ตัวเลือกการจัดเก็บที่ห้องเย็นของโรงงานและห้องเย็นภายนอก 2 แห่ง ทั้งนี้พบว่าต้นทุนค่าวัตถุดิบเป็นต้นทุนหลักคิดเป็น 97.16% ของต้นทุนรวม แบบจำลองกำหนดวิธีการจัดซื้อ 2 ช่วงราคา คือ หากราคาต่ำกว่า 81.50 บาทต่อกิโลกรัม จะจัดซื้อเพื่อจัดเก็บ และราคาช่วง 82-85 บาทต่อกิโลกรัม จะจัดซื้อเพื่อผลิต และให้ความสำคัญกับการจัดเก็บวัตถุดิบที่ห้องเย็นของโรงงานมากที่สุด รองลงมาคือห้องเย็นภายนอกที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



คำสำคัญ:

โปรแกรมจำนวนเต็ม; การจัดการสินค้าคงคลัง; การจัดหา; ทุเรียนแช่เยือกแข็ง



Abstract

The aim of this research is to propose a mathematical model for effectively managing the inventory of whole frozen durian as raw materials, with the objective of minimizing logistics costs and formulating the procurement and storage policies of the company.



The research commences by investigating logistics processes and supply chain, with a specific focus on the areas of procurement and storage of raw materials, production, and transportation. To accomplish this, an integer programming is developed to solve the problem by optimizing the objective function of minimizing costs. The obtained results are analyzed using CPLEX Studio, and the model's performance is evaluated using historical data while assessing the sensitivity of various parameters. The findings reveal that the raw material expenses constitute a significant portion, accounting for 97.16% of the total costs. Consequently, the model establishes two distinct price ranges: raw materials will be procured for storage if the price falls below 81.50 baht per kilogram, whereas the range of 82-85 baht per kilogram will be considered for production purposes. Subsequently, the raw materials will be stored in external cold storage facilities, with priority given to the first and second facilities, respectively.

Keywords: Integer programming; Inventory Management; Procurement; Frozen durian

1. บทนำ

สำหรับการจัดการโซ่อุปทานสินค้าเกษตร (Agri-food supply chains: ASC) ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาแตกต่างจากโซ่อุปทานสินค้าอื่นเนื่องจากเป็นสินค้าที่มีข้อจำกัด ได้แก่ สินค้าเกษตรเน่าเสียง่าย การจัดการต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมหลังการเก็บเกี่ยว การผลิตมีความเป็นฤดูกาล ปริมาณผลผลิตในแต่ละปีไม่มีเสถียรภาพ และคุณภาพมีการเปลี่ยนแปลง [1-3] โดยผู้ผลิตสินค้าเกษตรแปรรูปจึงต้องพยายามบริหารจัดการโซ่อุปทานเพื่อให้มีสินค้าเพียงพอกับการจำหน่ายในแต่ละฤดูกาล การเลือกใช้คลังสินค้าควบคุมอุณหภูมิหรือห้องเย็น (Cold storage) ถือเป็นวิธีสำคัญต่อการคงคุณภาพสินค้า ชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาเคมีในอาหารที่ส่งผลให้เกิดการเน่าเสียช้าลง

รวมทั้งช่วยในการบริหารสินค้าคงคลังให้เพียงพอตลอดทั้งปี ดังนั้นการตัดสินใจเพื่อจัดหาและจัดเก็บวัตถุดิบ (Raw material procurement and inventory problem) ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบในการจัดเก็บ การผลิต การจัดส่ง และการเลือกที่ตั้งในการสนับสนุนการดำเนินงาน ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ เช่น ช่วงเวลาและปริมาณความต้องการของลูกค้า ขนาดพื้นที่จัดเก็บ และความสามารถในการผลิต [4-7] รูปแบบการศึกษานี้สามารถนำไปใช้กับการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์เพื่อเลือกดำเนินงานเอง (In-house) หรือจัดจ้างบุคคลภายนอก (Outsource) ซึ่งเป็นปัญหาที่ผู้ประกอบการไม่มั่นใจในการตัดสินใจ เนื่องจากส่งผลต่อต้นทุนการดำเนินงานและระดับการให้บริการลูกค้า บริษัท

กรณีศึกษาเป็นผู้ประกอบการผลิตและจัดจำหน่ายผลไม้แปรรูปแห้งแบบเยือกแข็งที่มีวัตถุดิบหลักเป็นทุเรียนผลสดภายในจังหวัดจันทบุรีและภาคใต้โดยเมื่อจัดซื้อแล้วจะมีการตัดแต่งและเก็บในรูปแบบของการแช่เยือกแข็งภายในห้องเย็นตัวเอง และเมื่อมีคำสั่งซื้อจึงมีการนำออกไปผลิต ด้วยวิธีในปัจจุบันที่ใช้การประมาณการล่วงหน้าและจัดซื้อวัตถุดิบเพื่อไว้สำหรับการผลิตในฤดูกาลถัดไป และความไม่แน่นอนของปริมาณวัตถุดิบ ราคา และคุณภาพ ผู้วิจัยจึงนำเสนอตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการจัดหา การขนส่ง และการจัดเก็บวัตถุดิบทุเรียนแช่เยือกแข็งภายในห้องเย็นของบริษัทและห้องเย็นภายนอก เพื่อลดต้นทุนการจัดการโลจิสติกส์ให้ต่ำที่สุด

2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1 โครงสร้างต้นทุนกับกิจกรรมโลจิสติกส์

โครงสร้างต้นทุนถือเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการระดับ SMEs ต้องคำนึงเพื่อพัฒนาความสามารถทางการแข่งขัน ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับต้นทุนโลจิสติกส์ที่ประกอบไปด้วยต้นทุนประเภทต่างๆ ได้แก่ ต้นทุนในการขายสินค้า (Cost of goods sold) คือต้นทุนในการจำหน่ายสินค้า ต้นทุนดูแลรักษาสินค้าคงคลัง (Holding cost) คือต้นทุนในการบริหารสินค้าคงคลังให้เพียงพอกับการจัดจำหน่ายไม่มากหรือน้อยไปจนกลายเป็นค่าเสียโอกาสในการขายหรือค่าความเสียหายที่เกิดจากสินค้าที่หมดอายุ ต้นทุนการจัดการคลังสินค้า (Warehousing costs) คือต้นทุนในการบริหารคลังสินค้า กิจกรรมในคลังสินค้า การเลือกสถานที่ตั้งของคลังสินค้า โดยปริมาณการจัดเก็บที่

เหมาะสมจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนย้ายสินค้า ต้นทุนการสั่งซื้อ (Ordering costs) คือต้นทุนในการสั่งซื้อ การวางแผน และจัดการข้อมูลในการรับคำสั่งจากลูกค้า ต้นทุนสินค้าที่จัดซื้อ (Purchasing costs) คือค่าสินค้าที่จ่ายไปในการสั่งซื้อสินค้า ต้นทุนขนส่งสินค้า (Transportation costs) คือต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งขึ้นอยู่กับรูปแบบการขนส่ง เส้นทาง และการวางแผนขนส่ง [8, 9]

หลักการที่นำมาใช้บริหารจัดการต้นทุนโลจิสติกส์ เริ่มจาก 1) การจัดการต้นทุนโลจิสติกส์มหภาคที่ต้องคำนึงถึงต้นทุนหลัก ได้แก่ ต้นทุนบริหารสินค้าคงคลัง ต้นทุนขนส่ง และค่าเสียโอกาส ซึ่งต้องคำนึงถึงผู้เกี่ยวข้อง เช่น ซัพพลายเออร์ ผู้กระจายสินค้า และลูกค้า เพื่อให้สามารถลดต้นทุนโลจิสติกส์ได้ทั้งหมดโดยสรุป 2) พิจารณาทางเลือกการขนส่งหลายรูปแบบที่สมดุลภายใต้เงื่อนไขต้นทุนการขนส่ง ระยะเวลาการขนส่ง ความต้องการของลูกค้า และระดับของคุณภาพการให้บริการ 3) การบริหารจัดการระดับสินค้าคงคลัง โดยเฉพาะจำนวนวันที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้าและการผลิตที่ควรมีมาตรใกล้เคียงหรือดีกว่าอุตสาหกรรมเดียวกัน 4) การบริหารความเสี่ยงจากความไม่แน่นอนด้านการขนส่งทั้งในและต่างประเทศ การบูรณาการผู้ให้บริการขนส่งในลักษณะ Integrated door to door services และติดตามงานและแก้ปัญหาจะช่วยลดปัญหาได้ 5) การจ้างผู้เชี่ยวชาญโลจิสติกส์ (3PLs) เพื่อมาบริหารงานด้านโลจิสติกส์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น พร้อมกับช่วยควบคุมและประเมินต้นทุนโลจิสติกส์อย่างเป็นระบบ [10]

2.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการหาทางเลือกที่ดีที่สุด

การวิจัยการดำเนินงานเป็นการประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อให้ได้การตัดสินใจที่ดีขึ้น เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และเพื่อจัดการระบบคน เครื่องจักร วัตถุดิบ และการเงิน ซึ่งมีหลักเกณฑ์การตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขที่มีทรัพยากรจำกัด การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์จากปัญหาที่เกิดขึ้นจริง โดยตั้งสมมติฐานว่าทุกตัวแปรที่สัมพันธ์กันเป็นเชิงปริมาณนั้นมีความสัมพันธ์ของตัวแปรอยู่ในรูปฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น การค้นหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimization) เป็นกระบวนการค้นหาค่าที่ดีที่สุดของตัวแปรด้วยหลักเกณฑ์หนึ่งๆ โดยการวัดผลลัพธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง องค์ประกอบของปัญหาที่ต้องการผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

การแก้ปัญหาคัดเลือกตัดสินใจเพื่อจัดหา ขนส่ง และจัดเก็บวัตถุดิบโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยต่าง ๆ เช่น การจัดซื้อและผลิตเหล็กแท่งแบนและเหล็กคอกอยล์เพื่อให้คุณค่าสูงสุด [6] การจัดสรรพื้นที่จัดเก็บภายในท่าเรือด้วยเป้าหมายต้นทุนการดำเนินงานต่ำที่สุด [7] การกระจายสินค้าในคลังสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าด้วยเป้าหมายต้นทุนและเวลาที่ต่ำสุด [11] การผลิตและขนส่งในอุตสาหกรรมป่าไม้เพื่อเป้าหมายต้นทุนการดำเนินงานต่ำสุด [12] การจัดสรรแรงงาน วัสดุ และอุปกรณ์สำหรับการซ่อมบำรุงเครื่องบินด้วยเป้าหมายต้นทุนดำเนินงาน [13] การจัดสรรเส้นทางการขนส่งระหว่างเกษตรกร ลานรับซื้อข้าวเปลือก และโรงสีข้าวเพื่อต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุด [14] และการจัดสรรวัตถุดิบส่วนเกินเพื่อการผลิตเพิ่มภายใต้เงื่อนไขต้นทุนรวมต่ำสุด [15]

3. ระเบียบวิธีวิจัย

การเลือกวิธีการตัดสินใจที่เหมาะสมของปัญหานี้ใช้แนวคิดโปรแกรมจำนวนเต็มในการตัดสินใจจัดหาปริมาณสินค้าที่จัดซื้อ ปริมาณที่ขนส่งและจัดเก็บภายในห้องเย็นของตนเอง และปริมาณที่จัดเก็บในห้องเย็นภายนอก เพื่อให้บรรลุเป้าหมายด้านต้นทุนโลจิสติกส์และช่วงเวลาที่ต้องการสินค้าเพื่อการผลิตและจัดจำหน่าย โดยกระบวนการวิจัยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลการวางแผนและการดำเนินงานใน 2 ส่วน คือ ความต้องการสินค้าของลูกค้าในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา พร้อมกับแนวโน้มความต้องการสินค้าในอนาคตของตลาด และผลผลิตที่ออกสู่ตลาดได้แก่ ปริมาณ ราคาวัตถุดิบในอดีต และอนาคต ซึ่งมีอิทธิพลจากความต้องการการส่งออก การจัดการวัตถุดิบจากสวนตนเองและฟาร์มภายใต้สัญญา (Contract farm) และช่วงเวลาในการจัดซื้อวัตถุดิบนอกพื้นที่เพื่อให้เพียงพอต่อการผลิตตลอดทั้งปี โดยมีห้องเย็นที่ผู้ประกอบการสนใจจัดเก็บ 2 แห่งที่มีข้อจำกัดแตกต่างกัน ขั้นตอนถัดมาคือการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย 1) ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) ที่เป็นปริมาณการจัดซื้อ ปริมาณสินค้าคงคลังที่จัดเก็บในห้องเย็น และปริมาณสินค้าที่ขนส่ง 2) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) กำหนดเป็นต้นทุนโลจิสติกส์ต่ำที่สุดที่ประกอบด้วยกิจกรรมการจัดซื้อวัตถุดิบ การเก็บภายในห้องเย็นที่โรงงานตนเองและห้องเย็นภายนอก และต้นทุนขนส่งสินค้าด้วยยานพาหนะควบคุมอุณหภูมิ 3) เงื่อนไขบังคับ (Constraints) เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณ เช่น ความจุ

ของห้องเย็นแต่ละแห่ง และสมการสมดุลปริมาณสินค้าที่เข้าและออกจากห้องเย็น

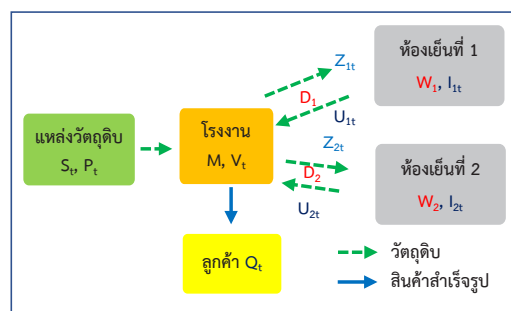
จากนั้นสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อจัดหาวัตถุดิบ ปริมาณที่ขนส่ง และปริมาณการจัดเก็บสินค้าในห้องเย็นแต่ละแห่ง โดยสร้างข้อมูลในสเปรดชีตที่ประกอบด้วยความจุห้องเย็นในโรงงาน ต้นทุนการจัดเก็บโดยเฉลี่ย ความจุของห้องเย็น ค่าเช่า และระยะทางในการเดินทางจากโรงงานไปยังห้องเย็นภายนอก ความต้องการของลูกค้าในสินค้า และราคาวัตถุดิบที่จัดซื้อเข้ามาผลิต จากนั้นแก้ปัญหาด้วยโปรแกรม IBM ILOG CPLEX Optimization Studio Version: 12.4 เพื่อคำนวณหาสถานะที่เหมาะสมในการจัดซื้อและจัดเก็บในแต่ละสัปดาห์ ภายใต้ต้นทุนต่ำที่สุด และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดแนวทางการบริหารงานในอนาคต

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 การศึกษาข้อมูลการจัดการโลจิสติกส์ของวัตถุดิบและสินค้าของกรณีศึกษา

รูปแบบการดำเนินงานจัดซื้อวัตถุดิบ การจัดเก็บของโรงงานและภายนอก และการขนส่ง ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังภาพที่ 1 ได้แก่ 1) ซัพพลายเออร์วัตถุดิบ (Source) แหล่งวัตถุดิบของโรงงาน ปริมาณที่รับซื้อ (S_t) จะขึ้นกับราคาขายและความต้องการสินค้าของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลา (P_t) 2) โรงงานแปรรูปกรณีศึกษา (Plant) สินค้าที่จัดเก็บส่วนใหญ่อยู่ในรูปสินค้าแช่เยือกแข็ง ขนาดห้องเย็นของโรงงาน (M) ต้นทุนการจัดเก็บหรือการดำเนินงานของคลังห้องเย็นโรงงาน (K) และมีปริมาณการจัดเก็บในแต่ละช่วงเวลา t (V_t) 3) ห้องเย็น (WH) ที่ให้บริการภายในพื้นที่รัศมี 200

กิโลเมตร มีห้องเย็น 2 แห่งมีพื้นที่ให้บริการ (W_n) ปริมาณสินค้าที่รับจัดเก็บในแต่ละช่วงเวลา (I_{jt}) และระยะทางมายังโรงงาน (D_n) 4) ลูกค้า (Customers) โดยลูกค้ามีความต้องการสินค้าที่เป็นสินค้า ณ เวลา t (Q_t) ทั้งนี้กำหนดปริมาณสินค้าคงคลังเริ่มต้นของโรงงานและห้องเย็น 1 และ 2 คือ 20 ตัน ($V_0 = I_{10} = I_{20} = 20$) และตัวแปรตัดสินใจให้ค่าเป็นจำนวนเต็มเพื่อความสะดวกในการตัดสินใจ



ภาพที่ 1 แบบจำลองของปัญหา

4.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ออกแบบภายใต้ขอบเขตการส่งวัตถุดิบไปจัดเก็บยังห้องเย็นภายนอก 2 แห่งที่อยู่ภายใต้รัศมีที่กำหนดมีลักษณะเป็นแบบจำลองแบบ Procurement model โดยมีเป้าหมายเพื่อกำหนดต้นทุนโลจิสติกส์รวมที่ต่ำสุดภายใต้เงื่อนไขที่สามารถผลิตสินค้าและส่งมอบให้ลูกค้าได้ทันตามกำหนด โดยดัชนี เซต ค่าพารามิเตอร์ และตัวแปรดังนี้

ดัชนีและเซต (Index and set):

- j = ดัชนีของห้องเย็นภายนอก
- N = จำนวนห้องเย็นภายนอก ($N=2$)
- t = ดัชนีของเวลา (สัปดาห์)
- T = จำนวนเวลาที่พิจารณา ($T=52$ สัปดาห์)

ค่าพารามิเตอร์ (Parameter):

M = ความจุของห้องเย็นของโรงงานสูงสุด (ตัน)

K = ต้นทุนการถือครองสินค้าของโรงงาน (บาทต่อตันต่อสัปดาห์)

W_j = ความจุสูงสุดของห้องเย็นที่ j (ตัน)

H_j = ต้นทุนการถือครองสินค้าของห้องเย็นที่ j (บาทต่อตันต่อสัปดาห์)

C = ค่าขนส่งด้วยรถห้องเย็นหกล้อ (บาทต่อตันต่อกิโลเมตร)

D_j = ระยะทางจากโรงงานไปยังห้องเย็นที่ j (กิโลเมตร)

Q_t = ความต้องการสินค้า ณ สัปดาห์ที่ t (ตัน)

P_t = ราคาวัตถุดิบในสัปดาห์ที่ t (บาทต่อตัน)

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable):

S_t = ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบ ณ สัปดาห์ที่ t (ตัน)

I_{jt} = ปริมาณสินค้าคงคลังในห้องเย็นที่ j ณ สัปดาห์ที่ t (ตัน)

V_t = ปริมาณสินค้าคงคลังในโรงงาน ณ สัปดาห์ที่ t (ตัน)

Z_{jt} = ปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากโรงงานไปยังห้องเย็นที่ j ณ สัปดาห์ที่ t (ตัน)

U_{jt} = ปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากห้องเย็นที่ j ไปยังโรงงาน ณ สัปดาห์ที่ t (ตัน)

ในการพิจารณาสมการวัตถุประสงค์ผู้วิจัยกำหนดเป็นต้นทุนรวมที่เกิดจากผลรวมของต้นทุนการจัดซื้อวัตถุดิบ ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่โรงงานและห้องเย็นภายนอกทั้ง 2 แห่ง ต้นทุนในการขนส่งจากโรงงานไปและกลับจากห้องเย็นภายนอก ดังสมการ (1) โดยมีข้อจำกัดหรือเงื่อนไข

ของแบบจำลองได้แก่ ความจุของห้องเย็นภายในโรงงานดังสมการ (2) ความจุของห้องเย็นภายนอกดังสมการ (3) สมการสมดุลสินค้าคงคลังของห้องเย็นโรงงานดังสมการ (4) สมการสมดุลสินค้าคงคลังของห้องเย็นภายนอกที่มาจากสินค้าที่จัดเก็บและขนส่งเข้าเท่ากับที่ถูกนำออกจากคลังรวมกับสินค้าคงคลังคงเหลือดังสมการ (5) ค่าเริ่มต้นของปริมาณสินค้าคงคลังที่โรงงานและห้องเย็น (6) และตัวแปรตัดสินใจมีค่าเป็นจำนวนเต็มบวกดังสมการ (7) และ (8)

สมการวัตถุประสงค์ (Objective function):

$$\text{Min } \sum_{t=1}^{52} P_t \cdot S_t + \sum_{t=1}^{52} K \cdot V_t + \sum_{t=1}^{52} \sum_{j=1}^2 H_j \cdot I_{jt} + \sum_{t=1}^{52} \sum_{j=1}^2 C \cdot D_j \cdot (Z_{jt} + U_{jt}) \quad (1)$$

ข้อจำกัด (Subject to):

$$V_t \leq M \quad \forall t \in T \quad (2)$$

$$I_{jt} \leq W_j \quad \forall j \in N, \forall t \in T \quad (3)$$

$$V_{t-1} + S_t + \sum_{j=1}^2 U_{jt} = V_t + Q_t + \sum_{j=1}^2 Z_{jt} \quad \forall t \in T \quad (4)$$

$$I_{jt-1} + Z_{jt} = I_{jt} + U_{jt} \quad \forall j \in N, \forall t \in T \quad (5)$$

$$V_0 = I_{10} = I_{20} = 20 \quad (6)$$

$$S_t, V_t \in I^+ \quad \forall t \in T \quad (7)$$

$$I_{jt}, Z_{jt}, U_{jt} \in I^+ \quad \forall j \in N, \forall t \in T \quad (8)$$

4.3 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์**ในการจัดหาวัตถุดิบทุเรียนแช่เยือกแข็ง**

ในการจัดสรรปริมาณการจัดหาวัตถุดิบที่เป็นผลไม้แช่เยือกแข็ง เริ่มจากการสร้างข้อมูลที่เป็นค่าคงที่ในสเปรดชีต ดังตารางที่ 1 ที่ประกอบด้วยข้อมูล 1) ค่ารับฝาก ความจุ และระยะทางจาก

โรงงานไปยังห้องเย็นภายนอก 2) ปริมาณความต้องการของลูกค้าที่เป็นค่าที่ผู้วิจัยสมมติขึ้น 3) ราคาวัตถุดิบที่จัดซื้อเข้ามาผลิต อ้างอิงจากราคาทุเรียนหมอนทองเบอร์เล็กที่ตลาดไท ระหว่างเดือน ม.ค. 64 - ธ.ค. 64 [16] จากนั้นสร้างสมการเงื่อนไขด้วยโปรแกรม CPLEX Studio ที่ระบุค่าพารามิเตอร์เพิ่มเติมของโรงงาน ได้แก่ ความจุของห้องเย็น ต้นทุนการจัดเก็บจำนวนจากค่าไฟฟ้า ค่าแรงงาน และ

ค่าเสื่อมราคาของอาคารและอุปกรณ์ทำความเย็น และต้นทุนว่าจ้างขนส่งสินค้าของรถกระบะหลักห้องเย็นขนส่งน้ำหนักสูงสุด 5 ตัน คำนวณจากอัตราค่าบริการขนส่ง $2,000 + 15(X)$ บาท เมื่อ X =ระยะทาง (กม.) กรณีระยะทาง 60 กม. มีค่าขนส่ง 9.6 บาท/ตัน/กม. และระยะทาง 120 กม. มีค่าขนส่ง 6.3 บาท/ตัน/กม. ดังนั้นค่าขนส่งเฉลี่ยคิดเป็น 8 บาท/ตัน/กม.

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ประกอบการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การจัดการจัดหาวัตถุดิบ

พารามิเตอร์			ห้องเย็นโรงงาน	ห้องเย็นที่ 1		ห้องเย็นที่ 2	
ต้นทุนการถือครองสินค้าของโรงงาน (K) และค่ารับฝาก (H _i)			162	230		219	
ระยะจากโรงงาน (D _i)			-	60		120	
ความจุสูงสุดของโรงงาน (M) และห้องเย็น (W _i)			120	276		1,191	
กำหนดระดับสินค้าคงคลัง ณ สัปดาห์ที่ 0 (t=0)			20	20		20	
เดือน	สัปดาห์ (t)	ราคาวัตถุดิบ (P _i)	ความต้องการ (Q _i)	เดือน	สัปดาห์ (t)	ราคาวัตถุดิบ (P _i)	ความต้องการ (Q _i)
มกราคม	1	87,500	10	สิงหาคม	27	105,000	5
	2	81,500	10		28	105,000	12
	3	82,000	14		29	95,000	15
	4	113,000	11		30	95,000	11
กุมภาพันธ์	5	105,000	8	กันยายน	31	90,000	9
	6	92,000	6		32	85,000	7
	7	87,000	14		33	83,125	12
	8	85,000	6		34	78,500	12
มีนาคม	9	101,000	13	ตุลาคม	35	80,000	12
	10	107,000	13		36	80,000	15
	11	130,000	7		37	80,000	13
	12	158,000	7		38	90,000	12
เมษายน	13	159,000	12	พฤศจิกายน	39	105,000	6
	14	145,000	13		40	130,000	6
	15	85,000	5		41	120,000	14
	16	86,250	14		42	130,000	11
พฤษภาคม	17	86,250	8	ธันวาคม	43	85,000	13
	18	92,500	15		44	85,000	12
	19	86,875	8		45	90,000	10
	20	91,250	14		46	91,000	14
มิถุนายน	21	95,000	6	ธันวาคม	47	85,000	14
	22	97,000	12		48	96,667	17
	23	109,167	12		49	92,000	20
	24	115,000	11		50	83,750	16
กรกฎาคม	25	113,000	10		51	85,000	14
	26	105,000	15		52	90,000	18



5. ผลลัพธ์และอภิปรายผล

ผลการคำนวณด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 2 ที่พบว่าต้นทุนการดำเนินงาน รวม คือ 44,392,188 บาท โดยเริ่มสั่งซื้อในสัปดาห์ที่ 2 ที่ราคา 81.50 บาทต่อกิโลกรัม และจัดเก็บที่โรงงานตนเอง 120 ตันและจัดเก็บที่ห้องเย็นภายนอกเพิ่มขึ้นอีก 62 ตัน และจัดซื้ออีกครั้งในสัปดาห์ที่ 3 อีก 14 ตันให้เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า

โดยไม่มีการจัดเก็บเพิ่มเติม จากนั้นจึงทยอยนำวัตถุดิบที่เก็บในห้องเย็นภายนอก 1 มาใช้ควบคู่กับการใช้จากห้องเย็นตนเอง เพื่อให้มีพื้นที่เพียงพอที่จะจัดซื้อเพิ่มในสัปดาห์ที่ 15 อีก 70 ตัน จากนั้นจึงทยอยใช้วัตถุดิบที่เก็บในห้องเย็นภายนอก 1 และ 2 จนหมด และจัดซื้อเพิ่มในสัปดาห์ที่ 34 และ 37 เพื่อเก็บที่โรงงานตนเองและห้องเย็นภายนอก 1 โดยช่วงราคาวัตถุดิบอยู่ที่ 78.50 - 85 บาทต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 2 ผลเฉลยของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลราคาวัตถุดิบและความต้องการในปีพ.ศ. 2564

t	P _t	Q _t	S _t	V _t	Z _{1t}	I _{1t}	U _{1t}	Z _{2t}	I _{2t}	U _{2t}	t	P _t	Q _t	S _t	V _t	Z _{1t}	I _{1t}	U _{1t}	Z _{2t}	I _{2t}	U _{2t}
1	87,500	10		10		20			20		27	105,000	5		47						
2	81,500	10	182	120	62	82			20		28	105,000	12		35						
3	82,000	14	14	120		82			20		29	95,000	15		20						
4	113,000	11		120		71	11		20		30	95,000	11		9						
5	105,000	8		120		63	8		20		31	90,000	9								
6	92,000	6		120		57	6		20		32	85,000	7	7							
7	87,000	14		120		43	14		20		33	83,125	12	12							
8	85,000	6		120		37	6		20		34	78,500	12	209	120	77	77				
9	101,000	13		107		37			20		35	80,000	12		108		77				
10	107,000	13		94		37			20		36	80,000	15		93		77				
11	130,000	7		87		37			20		37	80,000	13	40	120		77				
12	158,000	7		80		37			20		38	90,000	12		120		65	12			
13	159,000	12		68		37			20		39	105,000	6		120		59	6			
14	145,000	13		55		37			20		40	130,000	6		120		53	6			
15	85,000	5	70	120		37			20		41	120,000	14		120		39	14			
16	86,250	14		120		23	14		20		42	130,000	11		120		28	11			
17	86,250	8		120		15	8		20		43	85,000	13		120		15	13			
18	92,500	15		120			15		20		44	85,000	12		120		3	12			
19	86,875	8		120					12	8	45	90,000	10		113			3			
20	91,250	14		118						12	46	91,000	14		99						
21	95,000	6		112							47	85,000	14		85						
22	97,000	12		100							48	96,667	17		68						
23	109,167	12		88							49	92,000	20		48						
24	115,000	11		77							50	83,750	16		32						
25	113,000	10		67							51	85,000	14		18						
26	105,000	15		52							52	90,000	18								

การวิเคราะห์ผลของแบบจำลองเพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจในกิจกรรมโลจิสติกส์ พบว่า

1) เมื่อพิจารณาสัดส่วนต้นทุนโลจิสติกส์ในแต่ละด้านเมื่อเทียบกับต้นทุนรวม พบว่า ต้นทุนการจัดซื้อวัตถุดิบมีสัดส่วนสูงที่สุดคิดเป็น 97.16% รองลงมาได้แก่ ต้นทุนการจัดเก็บที่โรงงานคิดเป็น 1.61% ต้นทุนการจัดเก็บที่ห้องเย็นที่ 1 คิดเป็น 0.68% ต้นทุนการจัดเก็บที่ห้องเย็นที่ 2 คิดเป็น 0.18% ต้นทุนการขนส่งจากห้องเย็นที่ 2 ไปยังโรงงานคิดเป็น 0.17% ต้นทุนการขนส่งจากโรงงานไปยังห้องเย็นที่ 1 คิดเป็น 0.15% ต้นทุนการขนส่งจากห้องเย็นที่ 2 ไปโรงงาน คิดเป็น 0.04%

2) การจัดซื้อวัตถุดิบ ข้อจำกัดของการแก้ไขปัญหาด้วยโปรแกรมจำนวนเต็มนี้ คือ ต้องทราบราคาวัตถุดิบล่วงหน้า ซึ่งได้ราคาจริงในปีพ.ศ. 2564 ซึ่งในความเป็นจริง ราคาที่ใช้ในการวางแผนจะใช้ราคาที่พยากรณ์ซึ่งนิยมใช้ราคาของปีที่ผ่านมา ทั้งนี้แบบจำลองเสนอให้รับซื้อวัตถุดิบปริมาณมากในช่วงที่ราคาต่ำถึงต่ำที่สุด 2 ช่วง คือ ต้นปีในเดือนมกราคมซึ่งเป็นปลายฤดูของทุเรียนจากภาคใต้ ก่อนเข้าสู่ช่วงต้นฤดูของทุเรียนภาคตะวันออก และช่วงที่สองกลาง-ปลายเดือนสิงหาคม ซึ่งช่วงดังกล่าวมีปัญหาเรื่องการหยุดรับซื้อทุเรียนเพื่อส่งออกของโรงคัดบรรจุ ทำให้ราคาผลผลิตต่ำกว่าปกติ ส่งผลให้ราคาเฉลี่ยของทุเรียนต่ำกว่า 82 บาทต่อกิโลกรัม (ราคานี้ไม่จำเป็นต้องเท่ากันในแต่ละปี) แบบจำลองจึงเสนอให้ซื้อสินค้าในปริมาณมากเพื่อจัดเก็บในห้องเย็นตนเองและห้องเย็นภายนอกที่ 1 ทั้งนี้ในกรณีที่

สอดคล้องกับฤดูกาลผลไม้ของภาคตะวันออกและภาคใต้ในช่วง เม.ย.-พ.ค. และ ก.ค.-ส.ค. และแบบจำลองจะเสนอให้มีการจัดซื้อในราคาสูงสุดไม่เกิน 85 บาทต่อกิโลกรัม เพื่อเติมเต็มสินค้าในห้องเย็นตนเองในกรณีที่สินค้าลดลงครึ่งหนึ่ง และหากทราบว่าในต้นฤดูกาลถัดไปราคาจะลดลงก็อาจมีการลดระดับสินค้าคงคลังให้ลดลงเกินครึ่งได้ หรือหากราคาสินค้ามีราคาเท่ากับหรือต่ำกว่า 82 บาทต่อกิโลกรัม และสินค้าคงคลังยังมีปริมาณมาก แบบจำลองจะเสนอให้มีการจัดซื้อสินค้าเพื่อผลิตเท่านั้น และเมื่อพิจารณาปริมาณและช่วงเวลาที่ได้รับซื้อ พบว่าส่วนใหญ่รับซื้อ 3 ช่วงคือ เดือน ส.ค. - ก.ย. 50.19% และเดือน ม.ค. 36.70% ที่ตรงกับผลผลิตทุเรียนจากภาคใต้ และเดือน เม.ย. 13.11% ที่ตรงกับภาคตะวันออก ส่วนแนวทางการรับซื้อทุเรียนในอนาคตควรเลือกซื้อช่วงนอกฤดูกาลและกำหนดเพดานการรับซื้อที่เหมาะสม เนื่องจากในการจัดซื้อจริงนั้นระบบแนะนำปริมาณการรับซื้อที่สูงมาก ซึ่งในสถานการณ์จริงอาจไม่สามารถจัดหาทุเรียนได้ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ นอกจากนี้ควรเปลี่ยนรูปแบบทุเรียนสดเป็นการจัดซื้อทุเรียนที่ผ่านการแช่เยือกแข็งแล้วภายในจังหวัด เพื่อลดต้นทุนการดำเนินงาน

3) การจัดเก็บวัตถุดิบ ผลเฉลยที่ดีที่สุดแนะนำการตัดสินใจซื้อเลือกซื้อวัตถุดิบปริมาณมากในช่วงที่ราคาทุเรียนต่ำแล้วจึงจัดเก็บไว้ใช้ในช่วงที่ทุเรียนมีราคาสูงขึ้น ทั้งนี้ในสถานการณ์จริงไม่สามารถทราบราคาทุเรียนล่วงหน้า ต้องใช้การพยากรณ์ราคาเป็นหลัก ดังนั้นความถูกต้องของการพยากรณ์จึงมีส่วนสำคัญให้การตัดสินใจซื้อถูกต้องหรือไม่ ทั้งนี้โรงงาน

ควรจัดเก็บสินค้าเข้าห้องเย็นตนเองให้เต็มก่อน เนื่องจากมีค่าจัดเก็บที่ต่ำกว่า และไม่ต้องเสียค่าขนส่ง จากนั้นระบบเลือกจัดเก็บห้องเย็นที่ 1 เนื่องจากค่าขนส่งสูงกว่า 50% ขณะที่ค่าจัดเก็บต่อตันแพงกว่าเพียง 5% และโรงงานเลือกนำสินค้าจากห้องเย็นที่ 1 เข้ามาใช้ผลิตก่อน ส่วนห้องเย็นที่ 2 ระบบไม่แนะนำให้ใช้จนกว่าสินค้าคงคลังของห้องเย็นที่ 1 ถูกใช้จนหมด

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ดังตารางที่ 3 ที่พบว่าต้นทุนการจัดเก็บมากที่สุดเกิดที่โรงงาน ที่มีการจัดเก็บที่ห้องเย็นโรงงาน 48 สัปดาห์ ปริมาณจัดเก็บสะสม 4,410 ตัน ต้นทุนจัดเก็บ 714,420 บาท ทั้งนี้มี 4 สัปดาห์ที่แบบจำลองเสนอว่าไม่ต้องการจัดเก็บแต่ให้ใช้วิธีซื้อมาเพื่อผลิตและจำหน่ายโดยตรง เนื่องจากเป็นช่วงที่ราคาสินค้าต่ำสุด รองลงมาคือห้องเย็นที่ 1 ที่แบบจำลองเลือกให้มีการจัดเก็บ 28 สัปดาห์ จัดเก็บสะสม 1,322 ตัน มีค่ารับฝาก 304,060 บาท และสุดท้ายห้องเย็นที่ 2 ที่มีการจัดเก็บเพียง 19 สัปดาห์ จัดเก็บสะสม 372 ตัน และมีค่ารับฝาก 81,468 บาท

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ปริมาณการจัดเก็บสินค้าคงคลังของแต่ละแห่งในปีพ.ศ. 2564

สถานที่จัดเก็บ	จำนวนวันจัดเก็บ (สัปดาห์)	การจัดเก็บสะสม (ตัน)	การจัดเก็บเฉลี่ย (ตัน)	ค่าจัดเก็บต่อปี (บาท)
ห้องเย็นโรงงาน	48 (92.3%)	4,410	91.9	714,420
ห้องเย็นที่ 1	28 (53.8%)	1,322	47.2	304,060
ห้องเย็นที่ 2	19 (36.5%)	372	19.6	81,468

หากวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ในแต่ละส่วน ด้วยการวิเคราะห์ความไวของค่าตอบเมื่อปรับระดับค่าพารามิเตอร์ต้นทุน 4 ค่า ได้แก่ 1) ราคาทุเรียน 2) ต้นทุนการจัดเก็บที่โรงงานและห้องเย็น 3) ต้นทุนการขนส่งต่อระยะทาง 4) ระยะทางระหว่างโรงงานไปยังห้องเย็นภายนอก โดยพิจารณาที่มีการเพิ่มขึ้นจากฐานต้นทุนเดิม 20, 40, 60, 80 และ 100% ตามลำดับ ดังตารางที่ 4 ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงที่ 20% 1) ค่าทุเรียนเพิ่มขึ้น 20% มีผลทำให้ต้นทุนรวมเพิ่มขึ้น 19.34% ซึ่งมีอัตราเพิ่มขึ้นน้อยกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าทุเรียนเล็กน้อย 2) ค่าการจัดเก็บต่อหน่วยที่โรงงานเพิ่มขึ้น 20% มีผลให้ต้นทุนรวมเพิ่มขึ้น 0.31% เช่นเดียวกับห้องเย็นที่ 1 และ 2 ที่เพิ่มขึ้น 0.11% และ 0.01% ตามลำดับ 3) ค่าขนส่งต่อระยะทางเพิ่มขึ้น 20% จะส่งผลต่อต้นทุนรวมเพิ่มขึ้นเพียง 0.08% และ 4) ระยะทางจากโรงงานไปยังห้องเย็นที่ 1 และ 2 เพิ่มขึ้น 20% ส่งผลให้ต้นทุนรวมเพิ่มขึ้นเพียง 0.06% และ 0.01%

ดังนั้นเมื่อพิจารณาทั้ง 5 อัตราการเพิ่มขึ้นในตารางที่ 4 จึงสรุปได้ว่าต้นทุนที่มีผลต่อการดำเนินงานเรียงลำดับจากมากที่สุดไปน้อยสุดใน 7 ปัจจัย คือ (1) ราคาวัตถุดิบ ราคาวัตถุดิบส่งผลต่อการเพิ่มต้นทุนรวมในอัตราที่น้อยกว่าการเพิ่มของราคาวัตถุดิบเล็กน้อย แต่เป็นสัดส่วนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 6 ปัจจัย (2) ต้นทุนการจัดเก็บที่โรงงาน เนื่องจากต้นทุนการจัดเก็บที่โรงงานมีค่าต่ำกว่าห้องเย็นภายนอก และไม่มีค่าขนส่งเพิ่มเติม ทำให้แบบจำลอง

แนะนำให้จัดเก็บสินค้าที่โรงงานเป็นหลัก (3) ต้นทุนการจัดเก็บที่ห้องเย็นที่ 1 ซึ่งในปัจจุบันมีต้นทุนสูงกว่าห้องเย็นที่ 2 แต่มีระยะทางไกลโรงงานมากกว่า จึงทำให้แบบจำลองแนะนำให้จัดเก็บสินค้าที่ห้องเย็นที่ 1 ก่อนไปจัดเก็บที่ห้องเย็นที่ 2 (4) ต้นทุนการขนส่งต่อระยะทาง เมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นในช่วง 20%-60% มีสัดส่วนการเพิ่มขึ้นน้อยกว่าต้นทุน

การจัดเก็บที่ห้องเย็นที่ 1 แต่เมื่อเพิ่มขึ้นในช่วง 80%-100% กลับมีผลต่อการเพิ่มต้นทุนโดยรวมมากกว่า ต้นทุนการจัดเก็บที่ห้องเย็นที่ 1 (5) ระยะทางระหว่างโรงงานไปยังห้องเย็นภายนอกที่ 1 (6) ต้นทุนการจัดเก็บที่ห้องเย็นที่ 2 (7) ระยะทางระหว่างโรงงานไปยังห้องเย็นภายนอกที่ 2 ซึ่งมีผลน้อยที่สุดใน 7 ปัจจัย

ตารางที่ 4 สัดส่วนการเพิ่มขึ้นของต้นทุนรวมเมื่อพารามิเตอร์ในแต่ละประเภทเพิ่มขึ้นจากเดิม 20-100%

อัตราการเพิ่มขึ้นของพารามิเตอร์	ค่าวัตถุดิบ (ทุเรียน)	ต้นทุนจัดเก็บต่อตันต่อสัปดาห์ของ			ค่าขนส่งต่อระยะทาง	ระยะจากโรงงานไป	
		โรงงาน	ห้องเย็นที่ 1	ห้องเย็นที่ 2		ห้องเย็นที่ 1	ห้องเย็นที่ 2
20%	19.34%	0.31%	0.11%	0.01%	0.08%	0.06%	0.01%
40%	38.63%	0.60%	0.17%	0.02%	0.12%	0.11%	0.02%
60%	57.93%	0.79%	0.20%	0.03%	0.18%	0.14%	0.03%
80%	77.22%	0.94%	0.22%	0.04%	0.23%	0.18%	0.03%
100%	96.51%	1.05%	0.23%	0.04%	0.26%	0.21%	0.04%
เฉลี่ย	57.926%	0.738%	0.186%	0.028%	0.174%	0.140%	0.026%
ลำดับความไว	1	2	3	6	4	5	7
ลำดับความไวต่อเกณฑ์รวม	1	2			3	4	

6. บทสรุป

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและนำเสนอโปรแกรมจำนวนเต็มสำหรับการจัดหา การขนส่ง และการจัดการสินค้าคงคลังของทุเรียนแช่แข็งทั้งลูก สำหรับบริษัทกรณีศึกษาเพื่อลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ และกำหนดนโยบายสำหรับการจัดซื้อและการจัดเก็บสินค้าคงคลัง การศึกษาเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การวางแผนโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน การจัดซื้อ

การขนส่ง และการจัดเก็บวัตถุดิบ โดยแบบจำลองนี้ถูกกำหนดขึ้นเพื่อคำนวณหาคำตอบที่ดีที่สุดที่สามารถลดต้นทุนรวมในขณะที่พิจารณาถึงข้อจำกัดในด้านการจัดเก็บสินค้าคงคลังในคลังสินค้าของกรณีศึกษา หรือห้องเย็นภายนอก โดยสามารถใช้แบบจำลองดังกล่าวเพื่อกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมของกลยุทธ์การจัดหาทุเรียน และการจัดเก็บได้ ทั้งนี้หากพิจารณาต้นทุนที่ส่งผลต่อต้นทุนการดำเนินงานรวม พบว่า



ต้นทุนการจัดซื้อวัตถุดิบที่แบบจำลองเสนอให้จัดซื้อในช่วงราคาที่ต่ำที่สุด และเลือกจัดเก็บที่ห้องเย็นตนเองในปริมาณที่สูงสุดก่อนเนื่องจากมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการจัดเก็บที่ห้องเย็นภายนอก ต้นทุนที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการจัดเก็บที่ห้องเย็นภายนอก ส่วนต้นทุนสุดท้ายคือต้นทุนขนส่ง ที่เนื่องจากการขนส่งเกิดจากความต้องการในการผลิตแต่ละครั้ง

แนวทางการวิจัยในอนาคต 1) การศึกษาเทคนิคในการพยากรณ์ราคาทุเรียนที่เหมาะสมที่สุด 2) การวิเคราะห์ผลกระทบของต้นทุนการขนส่งสินค้าและค่ารับฝากสินค้า ห้องเย็นบางแห่งคิดค่ารับฝากและค่าขนส่งตามสัดส่วนตามปริมาณที่ลูกค้าใช้บริการ 3) การศึกษาแนวทางการลดต้นทุนในการจัดเก็บ เช่น การแปรรูปวัตถุดิบเบื้องต้นเพื่อลดน้ำหนักในการจัดเก็บ ด้วยการปกปิดเปลือกทุเรียนก่อนการจัดเก็บ ซึ่งสามารถลดพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บลงได้ สามารถเพิ่มพื้นที่ของห้องเย็นภายในบริษัท หรือการลดต้นทุนการดำเนินงานของห้องเย็น หรือการออกแบบระบบโซ่อุปทานที่มีเครือข่ายซัพพลายเออร์ผลิตสินค้าแช่เยือกแข็งหรือมีการปกปิดเปลือกสินค้าเบื้องต้น เพื่อลดปัญหาด้านแรงงาน เป็นต้น

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้บริหารของบริษัทกรณีศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลประกอบงานวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Fadji T, Coetzee C, Chen L, Chukwu O, and Linus U (2016). Postharvest Biology

and Technology Susceptibility of apples to bruising inside ventilated corrugated paperboard packages during simulated transport damage. Postharvest Biology and Technology, 118: 111–119.

[2] Defraeye T, Cronjé P, Verboven P, Linus U, and Nicolai B (2015). Exploring ambient loading of citrus fruit into reefer containers for cooling during marine transport using computational fluid dynamics. Postharvest Biology and Technology, 108: 91–101.

[3] Erin Brodwin, and Samantha Lee (2017). Here's when fruits and vegetables are actually in season. Businessinsider. <https://www.businessinsider.com/fruits-vegetables-in-season-spring-summer-fall-winter-2017-4>

[4] Cooper L (1963). Location allocation problem. Operations Research, 11(3): 331–343.

[5] Love R F, and Wong J Y (1976). On Solving a One-Dimensional Space Allocation Problem With Integer Programming. INFOR: Information Systems and Operational Research, 14(2): 139–143.

[6] Yanagisawa H (2007). The material allocation problem in the steel industry. IBM Journal of Research and Development, 51(3–4): 363–374.

[7] Kim B I, Koo J, and Park B S (2009). A raw material storage yard allocation

problem for a large-scale steelworks. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 41(9–10): 880–884.

[8] McCann P (1993). The Logistics-Cost Location-Production Problem. Journal of Regional Science, 33(4): 503–516.

[9] Ongkunaruk P (2017). Introduction to Supply Chain Management for Agro-Industry. The department of Agro-Industrial Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University.

[10] สุวรรณ หวังเจริญเดช. (2558). การบริหารต้นทุนโลจิสติกส์กับผลกำไรของธุรกิจ SMEs. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี, 9(18): 97-102

[11] Zhou G, Min H, and Gen M (2003). A genetic algorithm approach to the bi-criteria allocation of customers to warehouses. International Journal of Production Economics, 86(1): 35–45.

[12] Bordón M R, Montagna J M, and Corsano G (2020). Mixed integer linear programming approaches for solving the raw material allocation, routing and scheduling problems in the forest industry. International

Journal of Industrial Engineering Computations, 11(4): 525–548.

[13] Wahyudin R S, Sutopo W, Hisjam M, and Hardiono R S (2016). Resource allocation model to find optimal allocation of workforce, material, and tools in an aircraft line maintenance. In: Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists, Hongkong, pp.782–787.

[14] เอกชัย คุปตาวาทิน (2557). การประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบวิวัฒนาการคำตอบสำหรับการจัดสรรวัตถุดิบในการขนส่งข้าวแบบหลายลำดับขั้น. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร, 8(1): 137–150.

[15] คุลิกา ดาดาช และ ปวีณา เชาวลิทวงศ์. (2565). การประยุกต์แบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นตรงสำหรับการสั่งผลิตจากวัตถุดิบคงคลังส่วนเกิน. วารสารวิศวกรรมศาสตร์, 29(1): 1–11.

[16] ตลาดไทคอนแทคเซ็นเตอร์. (2021). ราคาทุเรียนหมอนทอง – เบอร์เล็ก. Talaadthai.Com. <https://talaadthai.com/product/4-12-03-mon-thong-durian-small-size>